

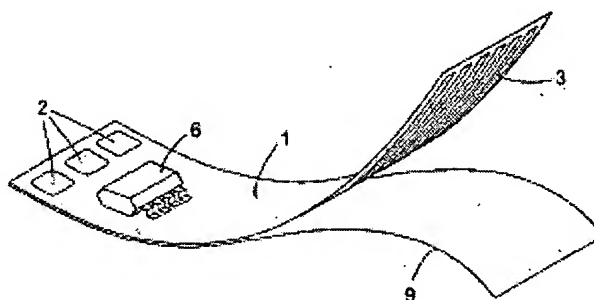
**Deformation sensor used for e.g. force, pressure, torque and acceleration measurements in vehicle, is mounted with signal processor circuit on flexible insulation film substrate**

**Patent number:** DE10335690  
**Publication date:** 2004-12-23  
**Inventor:** FELBER WALTER (DE)  
**Applicant:** SENSOR TECHNIK WIEDEMANN GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: H05K1/16; H05K1/18; H05K1/16; H05K1/18; (IPC1-7): G01B7/16; G01B11/16  
- european: G01B7/18; G01B11/18  
**Application number:** DE20031035690 20030708  
**Priority number(s):** DE20031035690 20030708; DE20031025481 20030604

**Report a data error here**

**Abstract of DE10335690**

The sensor, comprising a deformation-sensitive structure (3) and a processor (chip) circuit (6) for the signal it produces, is mounted on a substrate (1) in the form of a flexible insulation film.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 35 690 A1** 2004.12.23

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 35 690.8**

(22) Anmeldetag: **08.07.2003**

(43) Offenlegungstag: **23.12.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01B 7/16**  
**G01B 11/16**

(66) Innere Priorität:  
**103 25 481.1 04.06.2003**

(71) Anmelder:  
**Sensor-Technik Wiedemann GmbH, 87600  
Kaufbeuren, DE**

(74) Vertreter:  
**Heuer, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 82335  
Berg**

(72) Erfinder:  
**Felber, Walter, 87600 Kaufbeuren, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

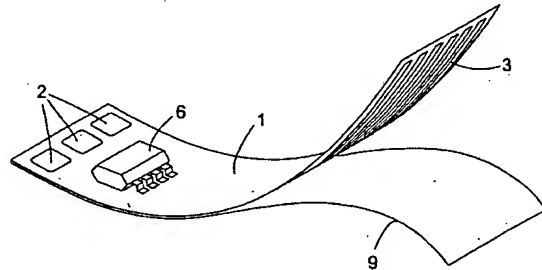
**DE 36 31 647 C2**  
**DE 198 25 761 A1**  
**DE 197 55 739 A1**  
**DE 101 34 586 A1**  
**DE 44 04 716 A1**  
**DE 43 21 254 A1**  
**DE 43 20 666 A1**  
**DE 299 22 560 U1**  
**DE 295 07 357 U1**  
**US 64 31 013 B2**  
**US2002/00 92 976 A1**  
**US 62 44 116 B1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verformungssensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Verformungssensor weist auf einem Substrat (1) in Form einer flexiblen Isolatorfolie eine verformungsempfindliche Struktur (3) und eine Verarbeitungsschaltung (6) zum Erfassen und Verarbeiten eines verformungsbedingt veränderlichen Parameters der Struktur (3) auf. Eine Klebstoffschicht dient zum Verkleben des Sensors auf einem weitgehend beliebig geformten Träger.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verformungssensor mit einer verformungsempfindlichen Struktur, einer Verarbeitungsschaltung zum Erfassen und Verarbeiten eines verformungsbedingt veränderlichen Parameters der Struktur und einem Substrat, auf dem die Struktur und die Verarbeitungsschaltung gemeinsam angeordnet sind. Derartige Sensoren werden zur Erfassung einer Vielzahl von physikalischen Größen wie etwa Kräften, Drücken, Drehmomenten, Beschleunigungen etc. eingesetzt, die eine Verformung eines Körpers hervorrufen können.

**Stand der Technik**

**[0002]** Ein solcher Verformungssensor ist aus US 6,431,013 B2 bekannt. Dieser bekannte Verformungssensor verwendet ein Substrat aus Stahl, auf dem eine elektrisch isolierende Porzellanschicht aufgebracht ist, auf der wiederum Widerstände aufgebracht sind, deren Widerstandswert durch eine Verformung des Substrats beeinflusst wird. Wie sich aus der in US 6,431,013 B2 durch Verweis einbezogenen US-Anmeldung mit der laufenden Nummer 9,374,874 mit dem Titel „Automobile Seat Weight Sensor“ ergibt, ist der Sensor vorgesehen, eine Biegeverformung des Substrats zu erfassen, die durch Zugkräfte verursacht wird, die an zwei Ösen des Substrats angreifen.

**[0003]** Dieser bekannte Sensor ist nur in Umgebungen einsetzbar, die Platz für sein im Wesentlichen starres Substrat sowie die Möglichkeit bieten, zu erfassende Belastungskräfte in die Ösen des Substrats einzuleiten. Daher ist es bei den meisten Anwendungen erforderlich, diesen bekannten Sensor in einer an seine Anwendungsumgebung angepassten Gestalt zu fertigen, so dass er nur in kleinen Serien hergestellt werden kann und dementsprechend kostspielig ist.

**Aufgabenstellung**

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen Verformungssensor zu schaffen, der einen verformungsempfindlichen Struktur und eine Verarbeitungsschaltung zum Erfassen und Verarbeiten eines verformungsbedingt veränderlichen Parameters der Struktur auf einem gemeinsamen Substrat vereint und der besser als der bekannte Sensor an unterschiedliche Anwendungsumgebungen anpassbar ist.

**[0005]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass als Substrat eine flexible Isolatorfolie zum Einsatz kommt. Durch deren Verformbarkeit ist es möglich, den erfindungsgemäßen Sensor in unterschiedlichen Anwendungsumgebungen einzusetzen bzw. ihn auf unterschiedlich geformten, auf Verformung zu überwachenden Trägern zu befestigen.

**[0006]** Bei der Isolatorfolie kann es sich insbesondere um eine Kunststoffolie handeln. Folien aus Polyimid oder aus Verbundmaterialien, eventuell mit Faserverstärkung, sind aufgrund ihrer Zähigkeit bevorzugt.

**[0007]** Die Dicke des Substrats sollte zumindest in einem Bereich desselben, der von verformungsempfindlichen Struktur belegt ist, nicht mehr als 250 µm betragen, damit die Folie zur Anpassung an eine Anwendungsumgebung gebogen werden kann, ohne dass diese Biegung einen übermäßigen Einfluss auf den verformungsbedingt veränderlichen Parameter hat.

**[0008]** Die Verarbeitungsschaltung sollte wenigstens einen Verstärker zum Verstärken eines für den Parameter repräsentativen Messsignals umfassen. Das Ausgangssignal eines solchen Verstärkers ist bei einer Übertragung über eine Leitung vom Verformungssensor zu einer externen Auswertungsschaltung wesentlich weniger durch elektromagnetische Störeinflüsse beeinträchtigt als ein unverstärktes Messsignal.

**[0009]** Eine weitere Verringerung der Störungsempfindlichkeit bei der Übertragung kann erreicht werden, wenn die Verarbeitungsschaltung alternativ oder zusätzlich einen Analog-Digital-Wandler zum Digitalisieren des verformungsbedingt veränderlichen Parameters umfasst. Ein solcher Analog-Digital-Wandler kann insbesondere auch Teile einer Busschnittstelle, etwa nach dem Profibus-, Fieldbus- oder einem anderen bekannten Standard, sein.

**[0010]** Vorzugsweise ist die gesamte Verarbeitungsschaltung als eine integrierte Schaltung ausgebildet.

**[0011]** Um eine Belastung von Leiterbahnen und/oder Lötstellen im Bereich der Verarbeitungsschaltung zu vermeiden, ist vorzugsweise in einem Bereich des Substrats, in dem die Verarbeitungsschaltung angebracht ist, eine Verstärkung vorgesehen, die dafür sorgt, dass dieser Bereich des Substrats Verformungen nicht oder zumindest weniger stark folgt als der die verformungsempfindliche Struktur tragende Bereich.

**[0012]** Bei der integrierten Schaltung kann es sich z.B. um eine SMD-Komponente oder um einen unmittelbar auf dem Substrat Flip-Chip-montierten Halbleiterchip handeln.

**[0013]** In letzterem Falle kann die Versteifung besonders einfach durch eine Unterfüllung zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat gebildet sein.

**[0014]** Um eine schnelle Montage des Verformungssensors auf einem beliebigen von ihm zu über-

wachenden Träger zu ermöglichen, ist vorzugsweise eine Oberfläche des Substrats mit einer Klebstoffschicht versehen. Diese ist zweckmäßigerweise mit einem Schutzfilm bedeckt, der zur Montage des Verformungssensors auf einem Träger abgezogen werden kann.

**[0015]** Um belastende Verformungen des Substrats in der Umgebung der Verarbeitungsschaltung zu vermeiden, ist bevorzugt, dass die Klebstoffschicht in der Umgebung der Verarbeitungsschaltung eine Aussparung aufweist.

**[0016]** Sehr vorteilhaft ist es, wenn die planare verformungsempfindliche Struktur und der Verstärker auf entgegengesetzten Seiten des Substrats angeordnet sind. So kann die mit der verformungsempfindlichen Struktur versehene Seite des Sensors unmittelbar mit dem zu überwachenden Träger in Kontakt gebracht werden, wodurch zum einen eine exakte Übertragung der Verformungen des Trägers auf die Struktur gewährleistet ist und andererseits die Struktur durch das Substrat vor Beschädigung geschützt ist.

**[0017]** Ein Beschädigungsschutz ist auch erreichbar, wenn die Struktur in das Substrat eingebettet ist. Eine solche Einbettung, z.B. zwischen zwei isolierenden Folien, die gemeinsam das Substrat bilden, ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die verformungsempfindliche Struktur ein verformungsempfindlicher Widerstand ist und der Träger, auf dem der Verformungssensor angebracht werden soll, elektrisch leitend ist bzw. eine hinreichende elektrische Isolation durch die Klebstoffschicht nicht gewährleistet ist.

**[0018]** Die verformungsempfindliche Struktur kann z. B. auch eine optische Struktur, vorzugsweise eine Wellenleiterstruktur, mit verformungsbedingt veränderlicher Transmission sein. Ein Photodetektor zum Erfassen von von der Struktur transmittiertem Licht kann in die Verarbeitungsschaltung integriert oder als ein hiervon getrenntes Bauelement auf dem Substrat montiert sein.

**[0019]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

#### Ausführungsbeispiel

**[0020]** Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verformungssensors;

**[0021]** Fig. 2 einen Schnitt durch den Verformungssensor aus Fig. 1;

**[0022]** Fig. 3 eine Draufsicht auf eine zweite Ausgestaltung des Verformungssensors;

**[0023]** Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf eine vierte Ausgestaltung des Verformungssensors;

**[0024]** Fig. 5 eine partielle Draufsicht auf eine vierte Ausgestaltung;

**[0025]** Fig. 6 einen schematischen Schnitt durch eine fünfte Ausgestaltung, montiert auf einem Träger;

**[0026]** Fig. 7 einen Schnitt durch eine sechste Ausgestaltung, ebenfalls montiert auf einem Träger; und

**[0027]** Fig. 8 eine auf optischen Prinzipien beruhende siebte Ausgestaltung.

**[0028]** Der in Fig. 1 dargestellte Verformungssensor ist im Wesentlichen aufgebaut aus einem Substrat 1 in Form einer Polyimidfolie mit einer typischen Dicke von 30 bis 250 µm. Auf einer Oberseite des Substrats 1 befinden sich mehrere Kontaktfelder 2, an denen (nicht gezeigte) Leitungen zum Zuführen von Versorgungsspannungen bzw. zum Ableiten eines elektrischen Messsignals anlötlbar sind.

**[0029]** Die verformungsempfindliche Struktur des Sensors ist eine an der Unterseite des Substrats 1 in dessen Längsrichtung hin und her verlaufende Leiterbahn 3, z.B. aus NiCr-Legierung oder aus Kupfer mit verformungsabhängigem elektrischem Widerstand, die z.B. durch Aufdampfen als dünne Schicht abgeschieden sein kann. Dicke Widerstandsschichten können z. B. durch Siebdrucktechniken aufgebracht werden. Die Leiterbahn 3 ist, wie in Fig. 2 zu erkennen, über Durchkontaktierungen 4 mit dickeren, im Wesentlichen dehnungsunempfindlichen Leiterbahnen 5 an der Oberseite des Substrats 1 und über diese mit Anschlüssen einer integrierten Schaltung 6 verbunden. Die integrierte Schaltung 6, hier ein SMD-Bauelement, enthält eine Widerstandsmessschaltung zum Erfassen des dehnungsabhängig variablen Widerstands der Leiterbahn 5, einen Analog-Digital-Wandler zum Digitalisieren des Messwerts des Widerstandes sowie eine Busschnittstelle nach einem beliebigen verbreiteten Standard wie etwa Fieldbus, Profibus, CAN oder dergleichen, zum Senden von den gemessenen Widerstandswert codierenden Nachrichten auf einer über eines der Kontaktfelder 2 geführten Busleitung.

**[0030]** Auf der Unterseite des Substrats 1 ist eine Klebstoffschicht 7 aufgebracht (siehe Fig. 2), von der ein Hauptteil 7b die dehnungsempfindliche Leiterbahn 5 vollständig überdeckt. Unterhalb der integrierten Schaltung 6 ist eine Aussparung 8 in der Klebstoffschicht 7 gebildet, jenseits von der Aussparung 8 befindet sich ein kleines Stück 7a der Klebstoffschicht 7.

**[0031]** Vor der Montage auf einem Träger ist die Klebstoffschicht 7 durch ein Abziehpapier 9 geschützt, das in Fig. 1 teilweise abgezogen gezeigt ist, um die Leiterbahn 5 an der Unterseite des Substrats 1 sichtbar zu machen. Wenn das Abziehpapier 9 abgezogen ist, kann der Sensor auf einen zu überwachenden Träger einfach aufgeklebt werden, wobei sich das Substrat 1 aufgrund seiner Flexibilität an unterschiedlichste Oberflächenformen des Trägers anpassen vermag. Wichtig für ein gutes Funktionieren des Sensors ist lediglich eine vollflächige Verklebung in Höhe der dehnungsempfindlichen Leiterbahn 3, damit Dehnungen des Substrats exakt und reproduzierbar auf diese übertragen werden.

**[0032]** Die Fläche des Bereichs 7a der Klebstoffschicht 7 ist so bemessen, dass eine Dehnung des Substrats 1 in einem von der Aussparung 8 überdeckten Bereich eine elastische Scherung der Schicht im Bereich 7a bewirkt. Somit bleibt bei einer Dehnung des Trägers das Substrat 1 oberhalb der Aussparung 8 im Wesentlichen ungedehnt, und die Leiterbahnen 5 in diesem Bereich sowie die Lötstellen zwischen den Leiterbahnen 5 und der integrierten Schaltung 6 werden nicht übermäßig belastet.

**[0033]** Die dehnungsempfindliche Leiterbahn 3 kann wie bei der Ausgestaltung der Fig. 1 und 2 einen einzigen gegen Dehnungen in Längsrichtung des Substrats 1 empfindlichen Messwiderstand bilden. Eine weiterentwickelte Ausgestaltung ist in Fig. 3 in Draufsicht gezeigt. Hier ist die dehnungsempfindliche Leiterbahn 3 in vier Messwiderstände 10 bis 13 gegliedert, deren Längen jeweils so bemessen sind, dass sie in einem ungedehnten Zustand des Substrats 1 gleiche Widerstandswerte aufweisen, und die jeweils so orientiert sind, dass sie gegen Dehnung in Querrichtung des Substrats 1 (im Falle der Messwiderstände 10, 13) bzw. in Längsrichtung des Substrats 1 (im Falle der Messwiderstände 11, 12) empfindlich sind. Die Messwiderstände 10, 11 und die Messwiderstände 12, 13 sind jeweils zwischen mit Versorgungsspannung beaufschlagte Kontaktfelder 2a, 2b in Reihe geschaltet, und Verbindungspunkte zwischen den Messwiderständen 10, 11 einerseits und 12, 13 andererseits bilden Eingänge einer in der integrierten Schaltung 6 enthaltenen Strommessschaltung. Die Widerstände 10 bis 13 und die Messschaltung bilden so eine Messbrücke, die gegen Temperaturdrifts und Alterungserscheinungen der Messwiderstände unempfindlich ist.

**[0034]** Die Grenzen der Klebstoffschicht 7 sind hier durch ein punktiertes Rechteck bezeichnet. Der Bereich des Substrats 1, der die integrierte Schaltung 6 und die Kontaktfelder 2 trägt, ist hier unverklebt, so dass eine Dehnungsbeanspruchung dieses Bereichs ausgeschlossen ist.

**[0035]** Bei der in Fig. 4 in Draufsicht gezeigten Ab-

wandlung sind die (hier nur schematisch dargestellten) Messwiderstände 10 bis 13 mit denen aus Fig. 3 identisch. Die integrierte Schaltung ist auf einen seitlichen Ausleger 14 des Substrats 1 verlegt, der mit dem die Messwiderstände tragenden Hauptteil des Substrats 1 nur über einen schmalen Steg 15 verbunden ist. Der Hauptteil des Substrats 1 ist auf seiner gesamten Unterseite mit der Klebstoffschicht 7 versehen; im Bereich des Auslegers 14 erstreckt sich die Klebstoffschicht 7 nur auf einem schmalen Streifen 16 innerhalb der durch eine punktierte Linie angegebenen Grenzen. Wenn der Sensor der Fig. 4 auf einem Träger verklebt ist und dieser in Längsrichtung des Hauptteils (in horizontaler Richtung in Fig. 4) beansprucht wird, so überträgt sich diese Beanspruchung nur auf den Hauptteil des Substrats 1, nicht aber auf den Ausleger 14. Dennoch ist diese durch den Klebstoffstreifen 16 fest am Träger gehalten.

**[0036]** Eine andere Möglichkeit, um zu verhindern, dass Verformungen eines Trägers, auf dem der erfindungsgemäße Sensor befestigt ist, zu unerwünschten Dehnungen in der Umgebung der integrierten Schaltung 6 führen, ist in Fig. 5 dargestellt. Das Substrat 1 ist hier wie im Fall der Fig. 3 rechteckig, und auch die Anordnung der Messwiderstände 10 bis 13 und der integrierten Schaltung ist die gleiche wie dort. Am Rand des Hauptbereichs 7b der Klebstoffschicht 7, zwischen den Messwiderständen 10 bis 13 und der integrierten Schaltung 6, ist in das Substrat 1 ein Schlitz 17 geschnitten, und ein kleiner Klebstoffbereich 7a befindet sich unterhalb der Kontaktfelder 2. Wenn sich der Träger unterhalb des Substrats 1 dehnt, so führt dies zu einer Aufweitung des Schlitzes 17; nennenswerte Spannungen kommen im Substrat 1 in der Umgebung der integrierten Schaltung 6 dabei nicht zu Stande.

**[0037]** Fig. 6 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Sensors, befestigt auf einem Träger 18. Das Substrat 1 hat hier zwei unterschiedlich dicke und unterschiedlich steife Abschnitte, einen dünnen, flexiblen Hauptabschnitt 1a, an dem die (hier nicht gezeigte) dehnungsempfindliche Leiterbahn angebracht ist und der hier auch die Kontaktfelder 2 trägt, und einen steifen Nebenabschnitt 1b, der die integrierte Schaltung 6 trägt.

**[0038]** Bei der Ausgestaltung der Fig. 7 ist anstelle eines SMD-Bauelements eine integrierte Schaltung 19 in Form eines unverpackten Halbleiterchips vorgesehen, der mit dem Substrat 1 zugekehrter strukturierter Seite, in Flip-Chip-Bauweise, auf dem Substrat 1 befestigt und über Lotperlen 20 elektrisch kontaktiert ist. Zum Schutz der elektrischen Kontakte zwischen der integrierten Schaltung 19 und dem Substrat 1 im Falle einer Verformung des Substrats ist zwischen beiden eine starre Unterfüllung 21 aus einem elektrisch isolierenden Kunststoffmaterial ge-

bildet, die in an sich bekannter Weise durch Platzieren des Unterfüllungsmaterials entlang der Ränder der Schaltung 19 und Aufschmelzen des Materials erzeugt ist, so dass dieses in die Zwischenräume zwischen der Schaltung 19 und dem Substrat 1 durch Kapillarwirkung eindringt.

**[0039]** Fig. 7 zeigt ferner eine über die integrierte Schaltung 19 gestülpte, am Substrat 1 verklebte Abdeckkappe 22. Da bei dieser Ausgestaltung die strukturierte Seite des Halbleiterchips durch die Unterfüllung 21 geschützt ist, kann die Abdeckkappe 22 auch entfallen und so ein Sensor mit integrierter Verarbeitungsschaltung bei minimaler Bauhöhe erhalten werden.

**[0040]** Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf einen Sensor, bei dem anstelle eines elektrischen Leiters als dehnungsempfindliche Struktur eine optische Faser 23 verwendet ist. Die Faser verläuft mäandernd auf einem mit einer Klebstoffschicht 7 unterlegten Bereich eines Substrats 1, das wie bei den obigen Beispielen eine dünne, flexible Kunststoffolie ist. Eine optoelektronische integrierte Schaltung 24 enthält einen Diodenlaser 25 und eine Photodiode 26, Strahlteiler 27, Strahlkombinierer 28 und eine optische Verbindungsleitung 29. Elektronische Komponenten der Schaltung 24 entsprechen denen der oben beschriebenen Schaltungen 6 und 19. Von dem Diodenlaser 25 erzeugte Strahlung wird am Strahlteiler 27 auf die interne Verbindungsleitung 29 der Schaltung 24 und die Faser 23 aufgeteilt; am Strahlkombinierer 28 treffen die Teilstrahlen von der Verbindungsleitung 29 und der Faser 23 wieder aufeinander und interferieren an der Photodiode 26. Dehnungen des Substrats 1 führen zu Veränderungen der optischen Weglänge in der Faser 23 und damit zu unterschiedlichen Lichtintensitäten an der Photodiode, deren Auswertung durch die elektronischen Komponenten der Schaltung 24 einen Rückschluss auf das Ausmaß der Dehnung ermöglicht.

**[0041]** Zusätzlich zu der verformungsempfindlichen Struktur können noch für andere physikalische Parameter empfindliche Strukturen auf dem Substrat eines erfindungsgemäßen Sensors aufgebracht oder in dessen Verarbeitungsschaltung integriert sein, so etwa ein Thermoelement zum Erfassen einer Umgebungstemperatur des Sensors. Die Erfassung der Temperatur ermöglicht es der Verarbeitungsschaltung z. B., eine Temperaturdrift der verformungsempfindlichen Struktur zu kompensieren, oder die mehreren erfassten Größen in anderer zweckmäßigerweise bei der Verarbeitung zu Verknüpfen, etwa durch Erzeugen einer Nothalt-Nachricht, wenn die erfassten Parameterwerte einen erlaubten Bereich verlassen.

#### Patentansprüche

1. Verformungssensor mit einer verformungs-

empfindlichen Struktur (3; 10-13; 23), einer Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) zum Erfassen und Verarbeiten eines verformungsbedingt veränderlichen Parameters der Struktur (3; 10-13; 23) und einem Substrat (1), auf dem die verformungsempfindliche Struktur (3; 10-13; 23) und die Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) gemeinsam angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) eine flexible Isolatorfolie ist.

2. Verformungssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) aus einer Kunststoffolie gebildet ist.

3. Verformungssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie eine Polyimidfolie ist.

4. Verformungssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie aus einem Verbundmaterial besteht.

5. Verformungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke des Substrats (1) zumindest in einem von der verformungsempfindlichen Struktur (3; 10-13; 23) belegten Bereich desselben kleiner als 250 µm ist.

6. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) einen Verstärker und/oder einen A/D-Wandler und/oder eine Buschnittstelle umfasst.

7. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) eine integrierte Schaltung ist.

8. Verformungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bereich (1b) des Substrats (1), in dem die Verarbeitungsschaltung angebracht ist, eine Versteifung aufweist.

9. Verformungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsschaltung (19) auf einem Halbleiterchip implementiert ist, der auf dem Substrat (1) flip-chip-montiert ist.

10. Verformungssensor nach Anspruch 8 und Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifung durch eine Unterfüllung (21) zwischen dem Halbleiterchip (19) und dem Substrat (1) gebildet ist.

11. Verformungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Oberfläche des Substrats (1) mit einer Klebstoffschicht (7) versehen ist.

12. Verformungssensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebstoffschicht (7) mit einem abziehbaren Schutzfilm (9) bedeckt ist.

13. Verformungssensor nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Klebstoffschicht (7) in der Umgebung der Verarbeitungsschaltung (6) eine Aussparung (8) aufweist.

14. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verformungsempfindliche Struktur (3; 10-13) ein elektrischer Widerstand ist.

15. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verformungsempfindliche Struktur ein Lichtleiter (23) ist.

16. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verformungsempfindliche Struktur (3; 10-13; 23) planar ist.

17. Verformungssensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die verformungsempfindliche Struktur (3) und die Verarbeitungsschaltung (6) auf entgegengesetzten Seiten des Substrats (1) angeordnet sind.

18. Verformungssensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die verformungsempfindliche Struktur in das Substrat eingebettet ist.

19. Verformungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er ferner einen Träger (18) umfasst, auf dem das Substrat (1) flächig befestigt ist, um eine Verformung des Trägers (18) auf das Substrat (1) zu übertragen.

20. Verformungssensor nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsschaltung (6; 19; 23) in einem von einer Verformung des Trägers (18) entkoppelten Bereich des Substrats (1) angebracht ist.

21. Verfahren zur Herstellung eines Verformungssensors nach Anspruch 19 oder 20, mit den Schritten:

Aufbringen der verformungsempfindlichen Struktur (3; 10-13; 23) auf dem Substrat (1);

Montieren der Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) auf dem Substrat (1); und

Befestigen des Substrats (1) mit der verformungsempfindlichen Struktur (3; 10-13; 23) und der Verarbeitungsschaltung (6; 19; 24) auf dem Träger (18).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

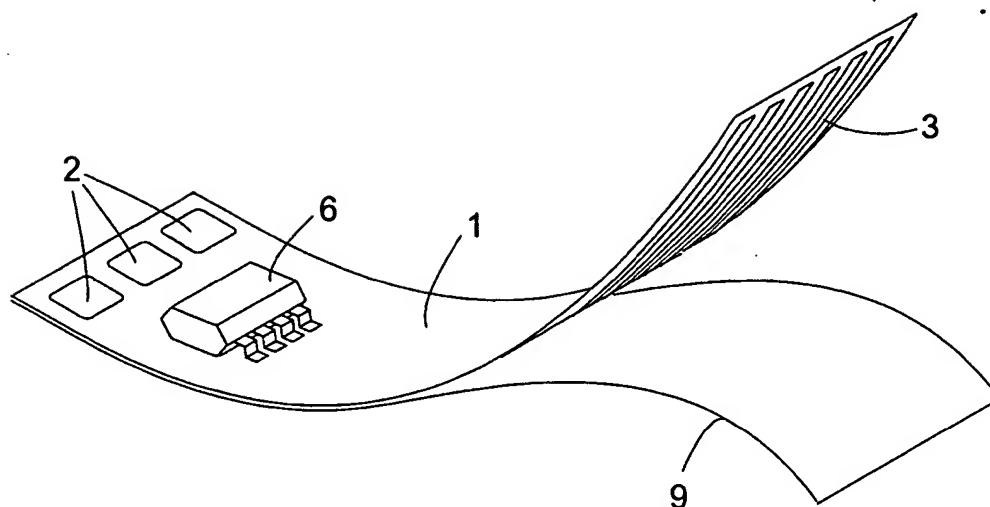


Fig. 2

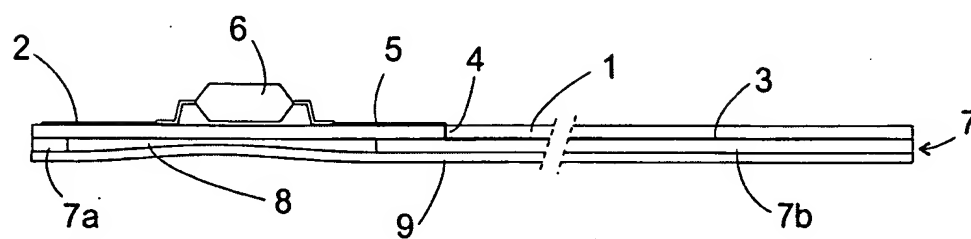
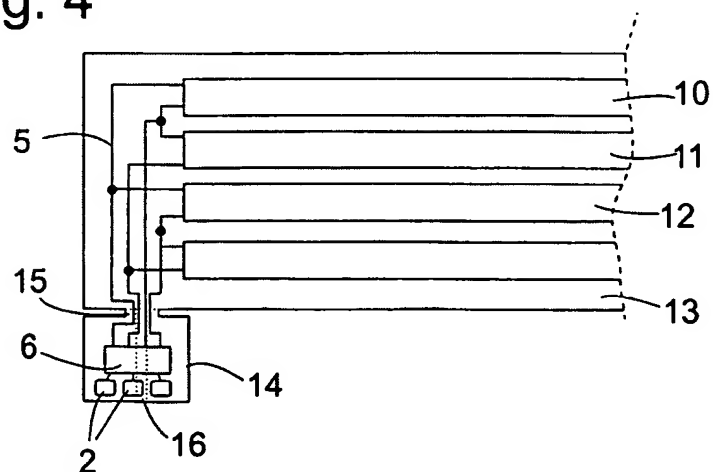


Fig. 4





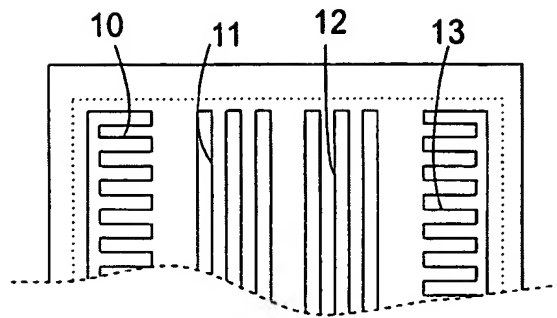


Fig. 3

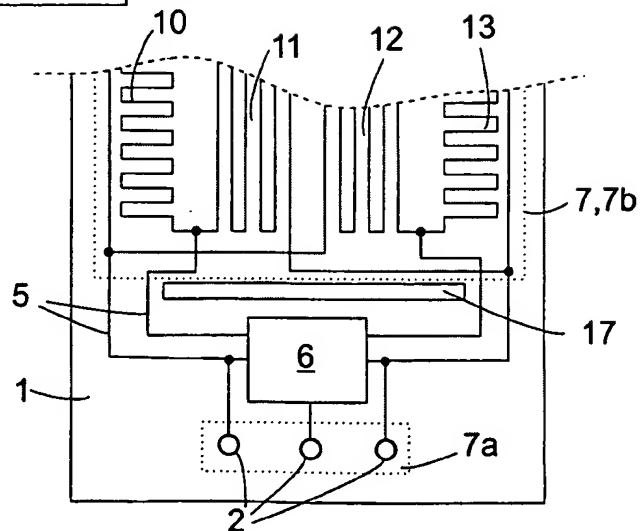
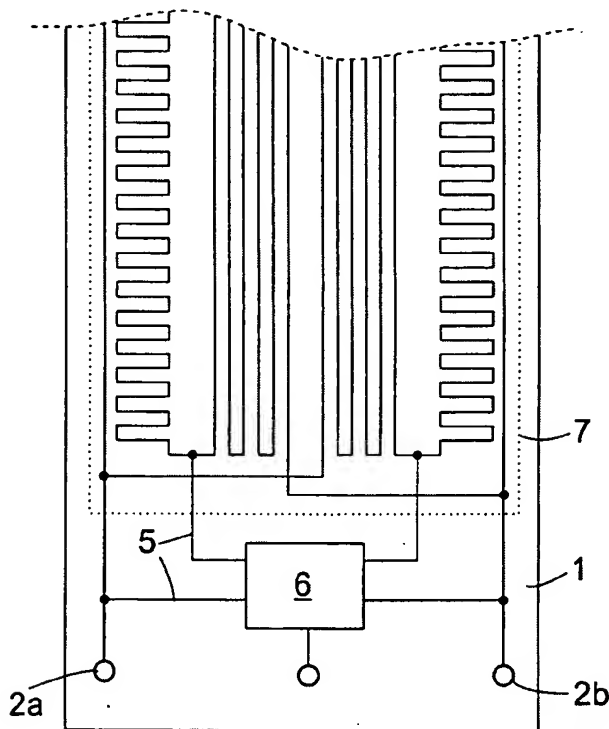


Fig. 5

Fig. 6

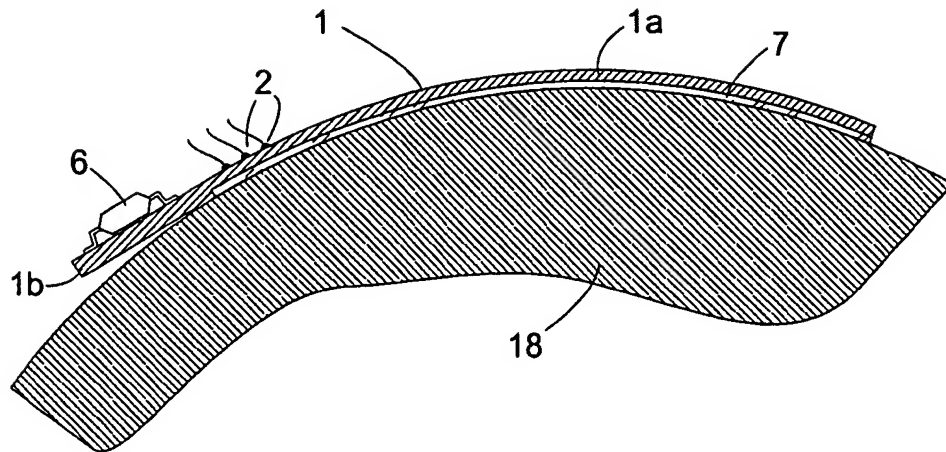


Fig. 7

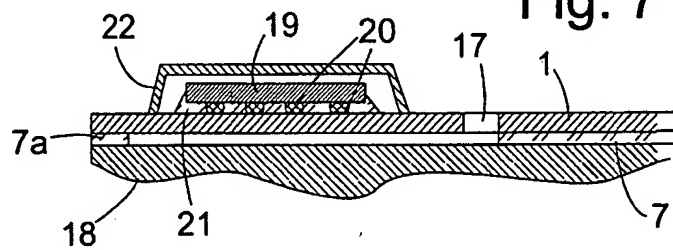


Fig. 8

